

APLIKASI GAYA MAGNET PADA FENOMENA OSILASI TEREDAM DALAM SISTEM GERAK HARMONIK SEDERHANA

Muhammad Rajeev Ghifari^{1*}, Rahmat Agung Pramono¹, Khafidh Nur Aziz²

^{1,2}Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta,
Yogyakarta 55281, Indonesia.

*e-mail: muhammadrajeev.2022@student.uny.ac.id

Received: 04 06 2023. Accepted: 30 07 2023. Published: 07 2023

Abstrak

Telah dilaksanakan percobaan Aplikasi Gaya Magnet Pada Fenomena Osilasi Teredam Dalam Sistem Gerak Harmonik Sederhana bertempat di Laboratorium FMIPA, Lab. Fisika dasar, Universitas Negeri Yogyakarta yang bertujuan menginvestigasi pengaruh gaya magnet pada sistem gerak harmonik teredam. Metode yang penyusun gunakan ialah metode percobaan pendulum sederhana pada beban batu silinder dan beban bola besi yang kemudian direkam menggunakan *smartphone* dan ditrack dengan aplikasi *tracker* pada laptop. Pada analisis data, nilai faktor redaman osilasi pada beban batu silinder meningkat hingga bernilai 0,294485, sementara nilai faktor redaman osilasi pada beban bola besi stabil di rentang nilai 0,08. Hal ini berarti osilasi pada beban batu silinder akan lebih cepat teredam menurut faktor waktu dibandingkan osilasi pada beban bola besi. Nilai kuadrat ω_0 lebih dari nilai kuadrat $1/4\gamma$ yang berarti pada masing-masing sistem bekerja gerak osilasi redaman ringan (Light Damping). Analisis data juga menunjukkan bahwa gaya magnet berperan dalam mengurangi redaman pada sistem osilasi, mempertahankan gerak osilasi sehingga bandul memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai posisi setimbang.

Kata Kunci: Osilasi Teredam, Pendulum Sederhana, Gaya Magnet, *Tracker*.

APPLICATION OF MAGNETIC FORCE TO THE PHENOMENON OF DAMPED OSCILLATIONS IN SIMPLE HARMONIC MOTION SYSTEMS

Abstract

Experiments have been carried out Application Of Magnetic Force On The Phenomenon Of Damped Oscillations In Simple Harmonic Motion Systems located at the FMIPA Laboratory, Lab. Fisika Dasar, Yogyakarta State University which aims to investigate the influence of magnetic force on the damped harmonic motion system. The method that the compiler uses is a simple pendulum experimental method on cylindrical stone loads and iron ball loads, which are then recorded using a smartphone and tracked with a tracker application on a laptop. In data analysis, the value of the oscillating damping factor at the cylindrical rock load increased to the value of 0,294485, while the value of the oscillating damping factor at the iron ball load was stable in the range of 0.08 values. This means that oscillations at cylindrical rock loads will be muffled faster according to time factors than oscillations at iron ball loads. The square value ω_0 is greater than the square value $1/4\gamma$, which means that in each system there is light damping oscillation motion. Data analysis also shows that magnetic force plays a role in reducing attenuation in the oscillating system and maintaining oscillating motion so that the pendulum takes longer to reach equilibrium.

Keywords: Damped Oscillation, Simple Pendulum, Magnetic Force, *Tracker*

PENDAHULUAN

Tujuan dari artikel ilmiah ini adalah untuk menginvestigasi pengaruh gaya magnet pada sistem gerak harmonik teredam. Fenomena getaran terjadi ketika objek bergerak secara berulang-ulang dengan pola yang teratur dalam lintasan bolak-balik (Astuti dkk., 2015). Hal ini terjadi pada semua benda yang memiliki elastisitas dan massa, dan merupakan salah satu fenomena fisika yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Gerakan harmonik terjadi ketika sebuah objek bergerak bolak-balik dengan pola yang teratur melalui titik keseimbangan, dan jumlah getaran yang terjadi selalu konstan dalam setiap interval waktu (Abdul Wahid dkk., 2020). Jika gerakan ini berulang secara periodik, disebut gerakan periodik atau osilasi (Ewar dkk., 2021). Osilasi dapat terjadi pada berbagai sistem fisik, seperti pegas, bandul, rangkaian listrik, gelombang dan lain-lain. Osilasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu osilasi bebas dan osilasi paksa. Osilasi bebas adalah osilasi yang terjadi tanpa adanya gaya luar yang mempengaruhi sistem, sedangkan osilasi paksa adalah osilasi yang terjadi karena adanya gaya luar yang berfrekuensi sama atau mendekati frekuensi alami sistem (Aulia, 2018). Osilasi bebas dapat dibagi lagi menjadi osilasi harmonik sederhana dan osilasi teredam.

Osilasi harmonik sederhana adalah osilasi yang memiliki periode dan frekuensi tetap serta tidak mengalami redaman energi. Contoh sistem yang melakukan osilasi harmonik sederhana adalah pegas ideal yang digantungi massa dan bandul matematis. Osilasi Teredam terjadi ketika sistem mengalami osilasi dengan adanya gaya redaman yang mengurangi amplitudo secara perlahan hingga berhenti. Faktor-faktor seperti gesekan udara dan faktor internal pada sistem dapat menyebabkan gaya penghambat atau damping (Nurdin & Hastuti, 2019). Contoh sistem yang semakin banyak serbuk besi yang melekat. Bagian yang memiliki serbuk

melakukan osilasi teredam adalah pegas yang digantungi massa dalam medium fluida atau udara. Dalam konteks ini, bandul yang dipindahkan dari posisi awalnya akan mengalami getaran dan akhirnya kembali ke posisi seimbang atau bahkan berhenti. Fenomena ini disebut gerak teredam pada bandul, yang dihasilkan oleh gaya hambat dari gesekan antara bandul dan udara (2020, 2021).

Terdapat tiga tipe Osilasi Teredam, yaitu redaman ringan, redaman kritis, dan redaman berat. Redaman ringan terjadi ketika hambatan tidak terlalu besar sehingga gerakan sedikit teredam. Redaman kritis terjadi ketika hambatan sudah cukup besar, berada di antara redaman ringan dan berat. Redaman berat terjadi ketika hambatan sangat besar, menyebabkan gerakan yang hanya sedikit bergetar dan amplitudo perubahannya cepat (Limiansih & Santosa, 2013).

Salah satu cara untuk mengurangi redaman pada sistem osilasi adalah dengan memberikan gaya magnet pada sistem tersebut. Gaya magnet adalah gaya yang timbul akibat adanya medan magnet yang melingkupi suatu benda yang bermuatan listrik atau memiliki arus listrik. Benda-benda dapat ditarik oleh magnet, terutama bahan logam, dengan beberapa benda memiliki daya tarik yang lebih kuat daripada yang lain. Namun, tidak semua logam memiliki daya tarik magnet yang sama. Magnet memiliki medan di sekitar kutubnya yang mampu tarik-menarik dan tolak-menolak dengan magnet lainnya (Budiman dkk., 2012). Bagian magnet yang memiliki daya tarik paling kuat disebut sebagai kutub magnet. Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan.

Pada sebuah magnet batang, jika dicelupkan ke dalam serbuk besi, bagian tengah atau daerah netral tidak akan memiliki serbuk besi yang melekat, sementara pada bagian ujung magnet, besi yang melekat tersebut merupakan kutub magnet. Hal ini menunjukkan

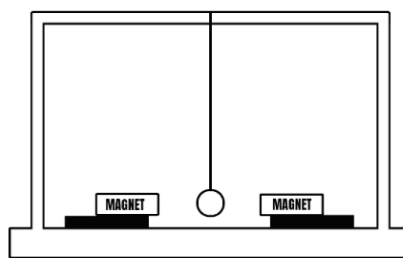
bahwa gaya magnet yang paling kuat terdapat pada ujung-ujung magnet (Sumarno, 2019). Gaya magnet dapat berfungsi sebagai gaya pemulih yang menyeimbangkan gaya redam, sehingga osilasi dapat berlangsung lebih lama dan lebih stabil (Susilo dkk., 2012).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan bertempat di Laboratorium FMIPA, Lab. Fisika

dasar. Alat dan bahan yang digunakan dalam adalah sebagai berikut:

1. Seperangkat alat pendulum matematis.
2. Penggaris
3. Magnet
4. Busur derajat
5. Smartphone
6. Laptop
7. Aplikasi tracker

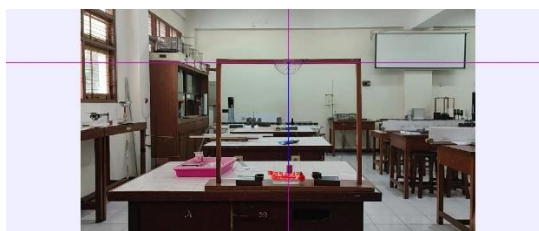


Gambar 1. Skema Alat

Metode yang penyusun gunakan ialah metode percobaan pendulum sederhana, yaitu menyiapkan sistem sebagai mana pada **Gambar 1**. Beban yang digunakan adalah bola besi yang interaktif dengan magnet kemudian beban batu silinder sebagai pembanding.

Dengan panjang tali 45cm dan jarak antar magnet dan beban 10cm, bandul mulai digerakkan dengan simpangan 5 derajat.

Gerakan bandul kemudian direkam menggunakan *smartphone* untuk *ditrack* hasil video menggunakan aplikasi *tracker* pada laptop.



Gambar 2. Video hasil rekaman *ditrack* menggunakan aplikasi *tracker*

Hasil track dianalisis grafik kemudian dihitung faktor redaman pada masing-masing beban menggunakan persamaan

$$\gamma = \frac{2}{T} \ln \left(\frac{A_n}{A_{n+1}} \right)$$

Dengan
 γ = Faktor redaman

T = Selisih waktu gelombang awal dan akhir dibagi dengan banyaknya gelombang

A = Amplitudo gelombang

Setelah diketahui besar faktor redamannya, frekuensi alami dapat dicari menggunakan persamaan

$$\omega_o = \sqrt{\omega^2 + \frac{\gamma^2}{4}}$$

Dengan

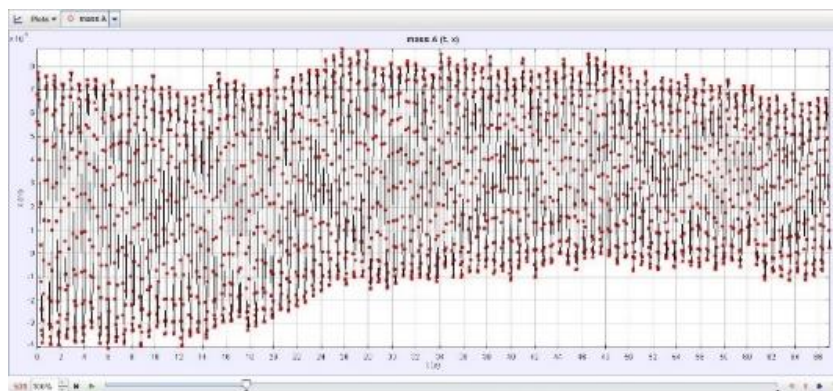
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data tracker gelombang osilasi beban batu silinder

Gekombang ke-	t(s)	A(Amplitudo)
1	0,100	5,135E-2
2	0,767	5,205E-2
47	31,267	5,756E-2
48	31,967	5,676E-2
94	63,867	4,742E-2
95	64,533	4,047E-2

Jumlah gelombang : 98 gelombang
 T = 0,6782s

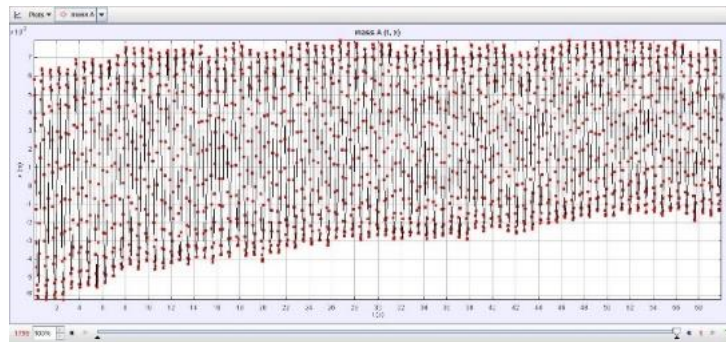


Gambar 3. Grafik tracker gelombang osilasi batu silinder

Tabel 2. Data tracker gelombang osilasi beban bola besi

Gekombang ke-	t(s)	A(Amplitudo)
1	0,700	6,331E-2
2	1,433	6,153E-2
38	26,733	7,939E-2
39	27,433	7,692E-2
82	58,667	7,480E-2
83	59,367	7,260E-2

Jumlah gelombang : 84
 T = 0,7068s



Gambar 4. Grafik tracker gelombang osilasi bola besi.

Analisis data

1. Beban batu silinder

Gelombang 1 dan 2

$$\gamma = \frac{2}{0,6782} \ln \left(\frac{5,135E-2}{5,205E-2} \right) = -0,0399288$$

$$\omega_0 = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{0,6782} \right)^2 + \frac{(-0,0399288)^2}{4}} = 9,2645$$

Gelombang 47 dan 48

$$\gamma = \frac{2}{0,6782} \ln \left(\frac{5,756E-2}{5,676E-2} \right) = 0,041274$$

$$\omega_0 = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{0,6782} \right)^2 + \frac{(0,041274)^2}{4}} = 9,2645$$

Gelombang 94 dan 95

$$\gamma = \frac{2}{0,6782} \ln \left(\frac{4,472E-2}{4,047E-2} \right) = 0,294485$$

$$\omega_o = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{0,6782} \right)^2 + \frac{(0,294485)^2}{4}} = 9,2656$$

2. Beban bola besi

Gelombang 1 dan 2

$$\gamma = \frac{2}{0,7068} \ln \left(\frac{6,331E-2}{6,153E-2} \right) = 0,0806973$$

$$\omega_o = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{0,7068} \right)^2 + \frac{(0,0806973)^2}{4}} = 8,8897$$

Gelombang 38 dan 39

$$\gamma = \frac{2}{0,7068} \ln \left(\frac{7,939E-2}{7,692E-2} \right) = 0,089455$$

$$\omega_o = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{0,7068} \right)^2 + \frac{(0,089455)^2}{4}} = 8,8897$$

Gelombang 82 dan 83

$$\gamma = \frac{2}{0,7068} \ln \left(\frac{7,480E-2}{7,260E-2} \right) = 0,0844736$$

$$\omega_o = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{0,7068} \right)^2 + \frac{(0,0844736)^2}{4}} = 8,8897$$

Grafik hasil track menunjukkan bahwa osilasi pada beban bola besi kurang teredam dibandingkan dengan osilasi pada beban batu silinder. Gelombang osilasi beban batu silinder menunjukkan perubahan amplitudo yang cukup signifikan, sementara gelombang osilasi beban bola besi cenderung stabil.

Pada analisis data, nilai faktor redaman osilasi pada beban batu silinder meningkat hingga bernilai 0,294485, sementara nilai faktor redaman osilasi pada beban bola besi stabil di rentang nilai 0,08. Hal ini berarti osilasi pada beban batu silinder akan lebih cepat teredam menurut faktor waktu dibandingkan osilasi pada beban bola

besi. Nilai kuadrat ω_0 lebih dari nilai kuadrat $1/4 \gamma$ yang berarti pada masing-masing sistem bekerja gerak osilasi redaman ringan (*Light Damping*).

Grafik data dan hasil analisis menunjukkan bahwa gaya magnet berpengaruh sebagai pengurang redaman pada sistem osilasi. Gaya magnet mempertahankan gerak osilasi pada sistem sehingga bandul membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai posisi setimbangnya..

KESIMPULAN

Berdasarkan grafik hasil track, osilasi pada beban bola besi memiliki redaman yang kurang dibandingkan dengan beban batu silinder. Gelombang osilasi pada beban batu silinder menunjukkan perubahan amplitudo yang signifikan, sementara pada beban bola besi cenderung stabil. Nilai faktor redaman osilasi pada beban batu silinder meningkat menjadi 0,294485, sementara nilai faktor redaman pada beban bola besi tetap stabil di sekitar 0,08. Hal ini menunjukkan bahwa osilasi pada beban batu silinder akan lebih cepat teredam dibandingkan dengan beban bola besi. Nilai kuadrat ω_0 lebih dari nilai kuadrat $1/4 \gamma$ yang berarti pada masing-masing sistem bekerja gerak osilasi redaman ringan (*Light Damping*). Analisis data juga menunjukkan bahwa gaya magnet berperan dalam mengurangi redaman pada sistem osilasi, mempertahankan gerak osilasi sehingga bandul memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai posisi setimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, S. I., Arso, S. P., & Wigati, P. A. (2015). Metode Analitik Dan Metode Runge-Kutta Orde 4 Dalam Penyelesaian Persamaan Getaran Pegas Teredam. Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan di RSUD Kota Semarang, 3.
- Aulia, M. R. (2018). Osilasi Teredam Pada Pegas Dengan Medium Fluida. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 3(1).
- Budiman, A., Asy'ari, H., & Hakim, A. R. (2012). Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik. *Emitor*, 12(01).
- Ewar, H. A., Bahagia, M. E., Jeluna, V., Astro, R. B., & Nasar, A. (2021). Penentuan Konstanta Pegas Menggunakan Aplikasi Phypox Pada Peristiwa Osilasi Pegas. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(3).
- Limiansih, K., & Santosa, I. E. (2013). Redaman Pada Pendulum Sederhana. *Jurnal Fisika Indonesia*, XVII(51).
- Nurdin, A., & Hastuti, S. (2019). Analisa Gerakan Osilator Harmonik Teredam Menggunakan Metode Numerik. *Journal of Mechanical Engineering*, 3(2).
- Rada, M. K. D., & Panuluh, A. H. (2021). Penggunaan Aplikasi Logger Pro untuk Menentukan Nilai Viskositas Air. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya*, 5(1), 28-35.
- Sumarno, S. (2019). Analisa Rancang Bangun Turbin Tenaga Magnet Sederhana Sebagai Sumber Listrik Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik*, 8(2).
- Susilo, A., Yuniarto, M., & Variani, V. I. (2012). Simulasi Gerak Harmonik Sederhana dan Osilasi Teredam pada Cassy-E 524000. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 2(2).
- Wahid, M. A., Tiara, E., & Riantin, I. R. (2020). Penggunaan Metode Analisis Citra Untuk Menganalisa Gerak Harmonik Sederhana Pada Pegas Dan Bandul Sederhana. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 1(1), 7-12.